

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

11.08.2004

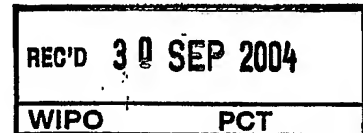
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 8 月 2 2 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 2 9 8 2 6 8  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 2 9 8 2 6 8 ]

出 願 人  
Applicant(s): ソニー株式会社

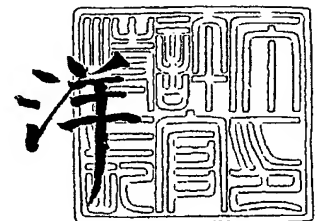


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 9 月 1 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 0390543302  
【提出日】 平成15年 8月22日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H05B 33/14  
H05B 33/12

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内  
【氏名】 柏原 充宏

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内  
【氏名】 松浦 亮子

【特許出願人】  
【識別番号】 000002185  
【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100086298  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 船橋 國則  
【電話番号】 046-228-9850

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 007364  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9904452

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

陽極と陰極との間に発光層を有する有機層を挟持してなる有機EL素子において、前記発光層は、前記陽極側から順に赤色発光層、緑色発光層、青色発光層を積層してなる

ことを特徴とする有機EL素子。

**【請求項 2】**

請求項1記載の有機EL素子において、前記赤色発光層が正孔輸送性を有することを特徴とする有機EL素子。

**【請求項 3】**

請求項2記載の有機EL素子において、前記赤色発光層が正孔輸送性発光材料を含むことを特徴とする、有機EL素子。

**【請求項 4】**

請求項1記載の有機EL素子において、前記緑色発光層が両電荷輸送性を有することを特徴とする有機EL素子。

**【請求項 5】**

請求項1記載の有機EL素子において、前記青色発光層が電子輸送性を有することを特徴とする有機EL素子。

**【請求項 6】**

請求項1記載の有機EL素子において、前記青色発光層が、前記陽極側から順に両電荷輸送性青色発光層と電子輸送性青色発光層と積層してなることを特徴とする有機EL素子。

**【請求項 7】**

請求項1記載の有機EL素子において、前記赤色発光層が正孔輸送性を有し、前記緑色発光層が両電荷輸送性を有し、前記青色発光層が電子輸送性を有することを特徴とする有機EL素子。

**【請求項 8】**

白色発光する有機EL素子の光取り出し面側にカラーフィルタを設けてなる表示装置において、前記有機EL素子は、陽極と陰極との間に発光層を有する有機層を挟持してなり、前記発光層が、前記陽極側から順に赤色発光層、緑色発光層、青色発光層を積層してなることを特徴とする表示装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】有機EL素子および表示装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、陽極と陰極との間に発光層を有する有機層を挟持してなる有機EL素子、および有機EL素子を用いた表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ブラウン管（CRT）に代わる表示装置として、軽量で消費電力の小さいフラット表示装置（ディスプレイ）の研究、開発が盛に行われている。このうち、無機EL素子や有機EL素子などの自発光型の表示素子（いわゆる発光素子）を用いた表示装置は、低消費電力での駆動が可能な表示装置として注目されている。

【0003】

このような発光素子を用いた表示装置をフルカラー化する構成の一つに、白色発光する有機EL素子と、青、緑、または赤の波長領域の光のみを透過させる各カラーフィルタを組み合わせた構成がある。また、白色発光する有機EL素子としては、正孔輸送層側から青色発光層、緑色発光層、赤色発光層を順次積層した3波長の発光成分を有する構成のものが開示されている（下記特許文献1参照）。

【0004】

【特許文献1】特開平10-3990号公報（特に図1参照）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述した構成の白色発光有機EL素子は、電流値による発光スペクトルの変化が大きく、また発光効率、輝度半減寿命が表示装置用途には不足しているものであった。また、青、緑、および赤の波長領域における発光強度のバランスが十分ではなく、このような有機EL素子を用いても、CRTと同程度に色再現性の良好な表示装置を得ることはできなかった。

【0006】

そこで本発明は、フルカラーの表示装置に適したバランスの良い赤、緑、青3色の発光成分をもち、かつ高効率で長時間の安定した発光が可能な有機EL素子、および色再現性に優れた長時間駆動が可能な表示装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

このような目的を達成するための本発明の有機EL素子は、陽極と陰極との間に挟持させた有機層の構成が特徴を有している。すなわち、有機層を構成する発光層が、陽極側から順に赤色発光層、緑色発光層、青色発光層を積層してなる。

【0008】

このような構成の有機EL素子では、陽極から注入された正孔は、赤色発光層側から発光層内に供給される。一方、陰極から注入された電子は、青色発光層側から発光層内に供給される。このため、陽極から注入された正孔と陰極から注入された電子とが結合する領域、すなわち発光領域は、赤、緑、青それぞれの発光層内となり、各発光層から対応する波長の光が発せられる。そして特に、陽極側から赤色発光層、緑色発光層、青色発光層の順に積層されたことにより、正孔と電子の注入および発光領域の制御が可能な構成とすることができ、また、正孔輸送層側から青色発光層、緑色発光層、赤色発光層の順に積層した場合に比べて発光効率が高く、輝度半減時間も長い構成とすることができる。

【0009】

このような有機EL素子においては、赤色発光層が正孔輸送性を有していることとする。これにより、陽極側から注入された正孔の一部は赤色発光層内で赤色発光に寄与し、残りは、さらに陰極側に配置された緑色発光層や青色発光層に供給されて発光に寄与する。

## 【0010】

このような赤色発光層における正孔輸送材料としては、通常、陽極と発光層との間に設けられる正孔輸送層を構成する正孔輸送材料でも良いが、正孔輸送性を持つ赤色発光材料（正孔輸送性赤色発光材料）であればさらに好ましい。これにより、高効率かつ安定的な色純度の高い発光が可能となる。このような正孔輸送性赤色発光材料としては、例えばスチルルアリーレン系材料が利用可能であり、特に特開2001-110570号公報や特開2002-226722号公報に記載のスチルルアリーレン系の材料が好ましく用いられる。これらの材料は高効率で輝度半減時間が長く、高濃度ドーピングが可能である。さらに正孔輸送性を有しているため、赤色発光層のホスト材料が電子輸送性であっても、赤色発光層に適当な正孔輸送性を持たせることができる。しかも、上述したスチルルアリーレン系の材料は、上述したように高濃度ドーピングが可能であることから最も高い正孔輸送性が得られるため、最も陽極側に用いることにより、陰極側に設けられた緑色発光層に確実に正孔を供給できる。

## 【0011】

また、このような有機EL素子において、緑色発光層は正孔と電子の両方の電荷輸送性を有していることとする。これにより、赤色発光層から注入された正孔は一部が緑色発光層内で発光に寄与し、残りはさらに陰極側に配置された青色発光層に輸送される。またこれと共に、陰極側の青色発光層から電子が注入された場合にはその一部が緑色発光層内で発光に寄与し、残りは赤色発光層に輸送される。このように、緑色発光層が両電荷輸送性を有することにより、赤、緑、青のそれぞれの発光層から十分な発光を得ることができる。

## 【0012】

このような緑色発光層に両電荷輸送性を持たせる方法としては（1）両電荷輸送性ホストに緑色発光材料をドーピングする、（2）正孔輸送性ホストに電子輸送性緑色発光材料をドーピングする、（3）電子輸送性ホストに正孔輸送性緑色発光材料をドーピングする、（4）正孔輸送性材料と電子輸送性材料の混合ホストに緑色発光材料をドーピングする、等の方法が考えられる。このとき、緑色発光層内の正孔輸送材料としては正孔輸送層に用いる正孔輸送材料でもよい。また、緑色発光層内の電子輸送材料としては青色発光層に用いる電子輸送性ホスト材料でもよい。緑色発光材料はたとえばクマリン系やキナクリドン系の材料でよく、また、アリールアミン系であってもよいが、これらに制限されるものではない。

## 【0013】

そして、このような有機EL素子において、青色発光層は電子輸送性を有していることとする。これにより、陰極側から注入された電子の一部は青色発光層内で青色発光に寄与し、残りは陽極側に配置された緑色発光層、さらには赤色発光層に輸送されることで緑色発光、および赤色発光に寄与する。

## 【0014】

また特に、青色発光層は、陽極側（緑色発光層）から順に両電荷輸送性青色発光層と電子輸送性青色発光層とを積層してなる構成としても良い。これにより、緑色発光層から供給された正孔を青色発光層内の広い領域に効率よく運ぶことができ、高効率かつ安定的な色純度の高い発光が可能となる。

## 【0015】

このような青色発光層に両電荷輸送性を持たせる方法としては（1）両電荷輸送性ホストに青色発光材料をドーピングする、（2）正孔輸送性ホストに電子輸送性青色発光材料をドーピングする、（3）電子輸送性ホストに正孔輸送性青色発光材料をドーピングする、（4）正孔輸送性材料と電子輸送性材料の混合ホストに青色発光材料をドーピングする、等の方法が考えられる。

## 【0016】

そして、以上の構成の有機EL素子において、赤色発光層が正孔輸送性を有し、緑色発光層が両電荷輸送性を有し、かつ青色発光層が電子輸送性を有していることで、赤、緑、青それぞれの発光成分を持つ発光が得られる。また、これらの各発光色の強度比は赤、緑

、青それぞれの正孔と電子の輸送性のバランスを膜厚、混合比等で調整することができる。

#### 【0017】

また、本発明の表示装置は、上述した有機EL素子の光取り出し面側にカラーフィルタを設けたことを特徴としている。

#### 【0018】

このような表示装置によれば、各発光色のバランスに優れた複数の有機EL素子に各色のカラーフィルタを組み合わせることにより、青、緑、および赤の波長領域の光をバランス良く取り出すことができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0019】

以上説明したように本発明の有機EL素子によれば、赤、緑、青の3色の波長領域の光を、バランス良く高効率で長時間安定して発光させることが可能となる。したがって、この有機EL素子をカラーフィルタと組み合わせることにより、色再現性に優れた長時間駆動が可能な表示装置を構成することが可能になる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0020】

以下、本発明の有機EL素子の構成を図面に基づいて詳細に説明する。図1および図2は、本発明の有機EL素子を模式的に示す断面図である。

#### 【0021】

これらの図に示す有機EL素子1, 1'は、例えば表示装置を構成する基板2の各画素に設けられたものであり、基板2側から順に、陽極3、有機層4および陰極5を積層してなり、保護膜6で気密に覆われた構成となっている。特に、図1に示す有機EL素子1は、この有機EL素子1で発光した発光光hを基板2と反対側から取り出す、いわゆるトップエミッション型として構成されている。一方、図2に示す有機EL素子1'は、この有機EL素子1'で発光した発光光hを基板2側から取り出す、いわゆるボトムエミッション型として構成されている。

#### 【0022】

次に、これらの有機EL素子1, 1'を構成する各部の詳細な構成を、基板2、陽極3、陽極3と対をなす陰極5、これらの陽極3と陰極5との間に挟持された有機層4の順に説明する。

#### 【0023】

##### <基板>

まず、基板2は、ガラス、シリコン、プラスチック基板、さらにはTFT (thin film transistor) が形成されたTFT基板などからなり、特に図2に示すボトムエミッション型の有機EL素子の場合には、この基板2は光透過性を有する材料で構成されることとする。また、有機EL素子1, 1'を他の表示素子と組み合わせて用いる場合には、他の表示素子と基板を共用することもできる。

#### 【0024】

##### <陽極>

そして、この基板2上に設けられた陽極3は、仕事関数の大きな導電性材料で構成されていることとする。仕事関数の大きな導電性材料としては、たとえば、ニッケル、銀、金、白金、パラジウム、セレン、ロジウム、ルテニウム、イリジウム、レニウム、タングステン、モリブデン、クロム、タンタル、ニオブやこれらの合金、あるいは酸化錫 (SnO<sub>2</sub>)、酸化インジウム錫 (ITO: Indium tin oxide)、酸化亜鉛、酸化チタン等がある。

。

#### 【0025】

##### <陰極>

一方、この陽極3と電源8を介して接続されている陰極5は、仕事関数が小さな導電性材料を用いて構成されている。このような導電性材料としては、例えば、Li、Mg、C

a 等の活性な金属と Ag、Al、In 等の金属との合金、或いはこれらを積層した構造を使用できる。また、有機層 4 との間に例えば、Li、Mg、Ca 等の活性な金属とフッ素、臭素等のハロゲンや酸素等との化合物層を薄く挿入した構造としても良い。

#### 【0026】

そして、これらの陽極 3 および陰極 5 のうち、この有機層 4 で生じた発光光 h を取り出す側となる電極は、上述した材料の中から光透過性を有する材料を適宜選択して用いることとし、用途に合った光透過率が得られるようにその膜厚が調整されていることとする。一方、他方の電極には、反射率の良好な材料を適宜選択して用いることとする。

#### 【0027】

また、陽極 3 および陰極 5 は、この有機 EL 素子 1, 1' によって構成される表示装置の駆動方式によって適する形状にパターンニングされていることとする。例えば、この表示装置の駆動方式が単純マトリックス型である場合には、この陽極 3 および陰極 5 は互いに交差するストライプ状に形成され、これらが交差した部分が有機 EL 素子 1, 1' となる。また、表示装置の駆動方式が画素毎に TFT を備えたアクティブマトリックス型である場合には、陽極 3 は複数配列された各画素に対応させてパターン形成され、同様に各画素に設けられた TFT に対して、これらの TFT を覆う層間絶縁膜に形成されたコンタクトホール（図示省略）を介してそれぞれが接続される状態で形成されることとする。一方、陰極 5 は、基板 2 上の一面を覆う状態で成膜されたベタ膜状に形成されて良く、各画素に共通の電極として用いられることとする。ただし、表示装置の駆動方式としてアクティブマトリックス型を採用する場合には、図 1 に示したトップエミッション型の有機 EL 素子 1 を用いることで素子の開口率を向上させることが好ましい。

#### 【0028】

##### <有機層>

そして、これらの陽極 3 と陰極 5 との間に挟持される有機層 4 は、陽極 3 側から順に、正孔輸送層 10、赤色発光層 11、緑色発光層 12、青色発光層 13、電子輸送層 14 を積層してなる。以下、これらの各層 10-14 の構成を、陽極 3 側から順次説明する。

#### 【0029】

##### <正孔輸送層>

先ず、陽極 3 上に設けられる正孔輸送層 10 は、正孔を輸送するように設計された層である。この正孔輸送層 10 は、正孔輸送性能を向上させるために、複数種の正孔輸送材料を積層した構成であっても良い。

#### 【0030】

この正孔輸送層 10 を形成する材料（正孔輸送性材料）としては、例えばベンジジン又はその誘導体、スチリルアミン又はその誘導体、トリフェニルメタン又はその誘導体をはじめ、ポルフィリン又はその誘導体、トリアゾール又はその誘導体、イミダゾール又はその誘導体、オキサジアゾール又はその誘導体、ポリアリーラルカン又はその誘導体、フェニレンジアミン又はその誘導体、アリーラルアミン又はその誘導体、オキサゾール又はその誘導体、アントラセン又はその誘導体、フルオレノン又はその誘導体、ヒドラゾン又はその誘導体、スチルベン又はその誘導体、フタロシアニンまたはその誘導体、ポリシラン系化合物、ビニルカルバゾール系化合物、チオフェン系化合物、アニリン系化合物等の複素環式共役系のモノマー、オリゴマー、ポリマー等が挙げられる。

#### 【0031】

このような正孔輸送性材料の具体的な例としては、 $\alpha$ -ナフチルフェニルジアミン（ $\alpha$ -NPD）、ポルフィリン、金属テトラフェニルポルフィリン、金属ナフタロシアニン、4, 4', 4''-トリメチルトリフェニルアミン、4, 4', 4''-トリス（3-メチルフェニルフェニルアミノ）トリフェニルアミン（m-MTDATA）、N, N, N', N'-テトラキス（p-トリル）p-フェニレンジアミン、N, N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノビフェニル、N-フェニルカルバゾール、4-ジー-p-トリルアミノスチルベン、ポリ（パラフェニレンビニレン）、ポリ（チオフェンビニレン）、ポリ（2, 2'-チエニルピロール）等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

## 【0032】

## &lt;赤色発光層&gt;

次に、この正孔輸送素10上に設けられた赤色発光層11は、正孔輸送層10から注入した正孔の一部がこの赤色発光層11内において再結合して赤色の発光を得られ、残りの発光に寄与しない正孔が緑色発光層12に輸送され、緑色および青色発光に寄与することが好ましい。

## 【0033】

このような赤色発光層11は、a) 赤色発光材料（蛍光性または燐光性）、b) 正孔輸送性材料、c) 電子輸送性材料、さらにはd) 両電荷輸送性材料の中から適宜必要とされる材料を組み合わせる構成される。これらの各材料は、発光性能および正孔輸送性能が確保されるように、必要に応じて下記に示す各材料カテゴリーの中から単数または複数の材料が適宜選択して用いられる。

## 【0034】

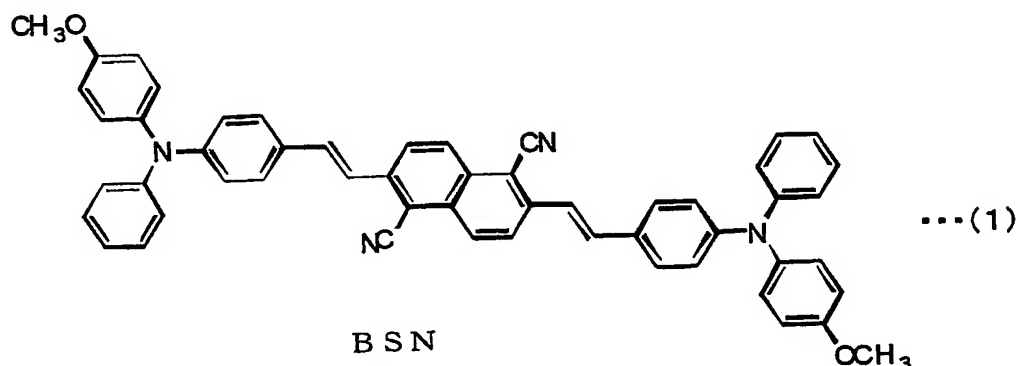
すなわち上記材料カテゴリーとしては、シクロペンタジエン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、トリフェニルアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、バソフェナントロリン誘導体、ピラゾロキノリン誘導体、スチリルベンゼン誘導体、スチリルアリーレン誘導体、アミノスチリル誘導体、シロール誘導体、チオフェン環化合物、ピリジン環化合物、ペリノン誘導体、ペリレン誘導体、オリゴチオフェン誘導体、クマリン誘導体、ルブレネン誘導体、キナクリドン誘導体、スクアリウム誘導体、ポルフィリン誘導体、スチリル系色素、テトラセン誘導体、ピラゾリン誘導体、トリフマニルアミン誘導体、アントラセン誘導体、ジフェニルアントラセン誘導体、ピレン誘導体、カルバゾール誘導体、オキサジアゾールダイマー、ピラゾリンダイマー、アルミキノリノール錯体、ベンゾキノリノールベリリウム錯体、ベンゾオキサゾール亜鉛錯体、ベンゾチアゾール亜鉛錯体、アゾメチル亜鉛錯体、ポルフィリン亜鉛錯体、ユーロピウム錯体、イリジウム錯体、白金錯体等、中心金属にAl、Zn、Be、Pt、Ir、Tb、Eu、Dy等の金属を有し、配位子にオキサジアゾール、チアジアゾール、フェニルピリジン、フェニルベンゾイミダゾール、キノリン構造等を有する金属錯体等が例示される。

## 【0035】

特に、a) 赤色発光材料の具体例としては、スチリルアリーレン誘導体である下記式(1)に示すBSNが挙げられる。このような、スチリルアリーレン系材料は特開2002-226722に記載例があるが、ホスト材料に対して高濃度のドーピングが可能であり、トリフェニルアミン骨格を有するため正孔輸送性を有している。したがって、このような赤色発光材料を用いることで、効率的な赤色の発光と高い正孔輸送性を得ることができるため、この赤色発光層11を正孔輸送層10に接して成膜するのが好ましいのである。

## 【0036】

## 【化1】



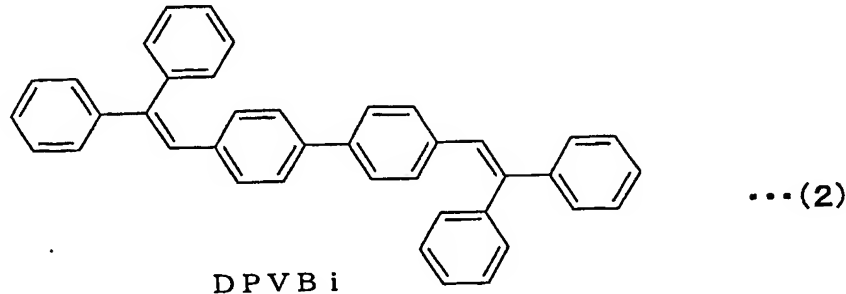
## 【0037】



また、b) 正孔輸送性材料の具体例としては  $\alpha$  NPD、c) 電子輸送性材料の具体例としてはスチリルアアリーレン誘導体である下記式(2)に示すDPVBiが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0038】

【化2】



【0039】

<緑色発光層>

そして、この赤色発光層11上に設けられた緑色発光層12は、正孔と電子の両方の電荷輸送性を有していることが好ましく、こうすることによって赤色発光層11から注入された正孔の一部を緑色発光層12内で発光に寄与させ、残りを青色発光層13に輸送すると共に、青色発光層13側から注入された電子の一部を緑色発光層12内で発光に寄与させ、残りを赤色発光層11に輸送する。これにより、赤、緑、青のそれぞれの発光層11, 12, 13から発光が得られるようになる。

【0040】

このような緑色発光層12に両電荷輸送性を持たせる方法としては(1)両電荷輸送性ホストに緑色発光材料をドーピングする、(2)正孔輸送性ホストに電子輸送性緑色発光材料をドーピングする、(3)電子輸送性ホストに正孔輸送性緑色発光材料をドーピングする、(4)正孔輸送性材料と電子輸送性材料の混合ホストに緑色発光材料をドーピングする、等の方法が考えられる。このとき、緑色発光層12内の正孔輸送材料としては正孔輸送層に用いる正孔輸送材料でもよい。また、緑色発光層12内の電子輸送材料としては、次に説明する青色発光層13を構成する電子輸送性ホスト材料を用いても良い。

【0041】

このような緑色発光層12を構成する材料としては、上述した材料カテゴリーの中から単数または複数の材料が適宜選択して用いられる。

【0042】

さらに、緑色発光層12は、正孔輸送層10側に赤色発光層11がある本発明の有機EL素子1においては、赤色発光層11と青色発光層13との間に設けるのが好ましい。これは、(1)赤色発光層11と青色発光層13が隣接する場合には青色発光層13でできた励起子のエネルギーは赤色発光層11層に移動しやすく、青色の強度が得られにくいこと、(2)青色発光層13を赤色発光層11と緑色発光層12の間に設ける場合、励起子のエネルギーは赤色発光層11と緑色発光層12の両方に奪われてしまうこと、等の問題があるためである。また、両電荷輸送性の緑色発光層12の構成として、例えば電子輸送性ホストに正孔輸送性緑色発光材料をドーピングするような構成をとった場合は、有機層4を構成する各層の成膜において2元共蒸着で白色デバイスとして機能させることが可能であり、3元共蒸着のような複雑な製造プロセスが不要になるため好ましい。

【0043】

<青色発光層>

次いで、緑色発光層12上に設けられる青色発光層13は、電子輸送性を有していることとする。これにより、電子輸送層14から青色発光層13に注入された電子の一部は青色発光層13内で青色発光に寄与し、残りは緑色発光層12に輸送されることで緑色及び

赤色発光に寄与する。

【0044】

青色発光層 12 は、a) 青色発光材料（蛍光性または燐光性）、b) 正孔輸送性材料、c) 電子輸送性材料、さらには d) 両電荷輸送性材料のなかから適宜必要とされる材料を組み合わせて構成される。これらの各材料は、発光性能および正孔輸送性能が確保されるように、必要に応じて上述した各材料カテゴリーの中から単数または複数の材料が適宜選択して用いられる。

【0045】

特に、a) 青色発光材料の具体例としては、ペリレンを挙げることができ、b) 正孔輸送性材料の具体例としては  $\alpha$  NPD、c) 電子輸送性材料の具体例としてはスチリルアリーレン誘導体である上記した式 (2) の DPVB<sub>i</sub> が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0046】

また、青色発光層 13 は、緑色発光層 12 側から順に両電荷輸送性青色発光層と電子輸送性青色発光層とを積層した構成であっても良い。青色発光層 13 をこのような積層構造とすることにより、青色発光層 13 内全体に効率よく正孔を運ぶことができ、高効率かつ安定的な色純度の高い発光が可能となる。青色発光層 13 に両電荷輸送性を持たせる方法としては (1) 両電荷輸送性ホストに青色発光材料をドーピングする、(2) 正孔輸送性ホストに電子輸送性青色発光材料をドーピングする、(3) 電子輸送性ホストに正孔輸送性青色発光材料をドーピングする、(4) 正孔輸送性材料と電子輸送性材料の混合ホストに青色発光材料をドーピングする、等の方法が考えられる。

【0047】

本発明の青色発光層 13 は、青色発光層 13 内で電荷の再結合により生じた励起子のエネルギーが、赤色発光層 11 や緑色発光層 12 に移動するのをなるべく小さくして青色発光層 13 における発光に寄与する構成とするため、最も陰極 5 側に青色発光層 13 を設けるのが好ましい。

【0048】

<電子輸送層>

また、青色発光層 13 と陰極 5 との間に設けられた電子輸送層 14 は、電子を輸送するように設計された層である。この電子輸送層 14 は、電子輸送性能を向上させるために、複数種の電子輸送材料を積層した構成であっても良い。

【0049】

このような電子輸送性材料として使用可能な材料としては、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム (Alq<sub>3</sub>)、8-ヒドロキシメチルキノリンアルミニウム、アントラセン、ナフタレン、フェナントレン、ピレン、クリセン、ペリレン、プタジエン、クマリン、アクリジン、スチルベン、又はこれらの誘導体等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0050】

また、以上述べたような積層構造で構成された有機層 4 は、周知の方法にて合成された各有機材料を用いて、真空蒸着やスピンコートなどの周知の方法を適用して行うことができる。

【0051】

以上説明した構成の有機 EL 素子 1, 1' によれば、陽極 3 側から順に正孔輸送性を有する赤色発光層 11、両電荷輸送性を有する緑色発光層 12、および電子輸送性を有する青色発光層 13 を積層したことにより、赤、緑、青それぞれの発光成分を持つ発光を取り出すことが可能になる。そして、特に、最も陽極 3 側を赤色発光層 11 としたことにより、高濃度でドーピング可能な正孔輸送性赤色発光材料を用いて赤色発光層 11 を構成することで、赤色発光層 11 よりも陰極 5 側の緑色発光層 12 および青色発光層 13 に正孔を輸送し易い構成とすることができる。したがって、それぞれの発光層 11, 12, 13 において、バランスの良好で高効率な各色発光を得ることができ、長時間安定して発光させる

ことが可能となる。

【0052】

この結果、この有機EL素子1, 1' をカラーフィルタと組み合わせることにより、色再現性に優れたフルカラー表示が長時間可能な表示装置を構成することが可能になる。

【0053】

尚、有機EL素子1, 1' とカラーフィルタとを組み合わせるフルカラーの表示装置を構成する場合には、複数の有機EL素子1, 1' のそれぞれの光取り出し面側に、青、緑、赤の波長領域の光のみを透過するカラーフィルタを設けた構成とする。これにより、各有機EL素子1, 1' の光取り出し面側からは、各色カラーフィルタを通過することにより、青、緑、または赤のそれぞれの波長領域の光がバランス良く取り出され、再現性の良好なフルカラー表示が可能になる。

【0054】

尚、以上説明した実施形態においては、基板2上に陽極3を設け、この陽極3上に有機層4および陰極5を積層した構成の有機EL素子1, 1' の構成を説明した。しかしながら、本発明は、基板2上に陰極を設け、この陰極上に有機層および陽極をこの順に積層した構成の有機EL素子にも適用可能である。この場合、有機層を構成する発光層は、陰極側となる下層から順に青色発光層、緑色発光層、赤色発光層の順に積層されていることが必須である。また、このような構成の場合でも、陰極および陽極の材料や膜厚を適宜選択することで、トップエミッション型およびボトムエミッション型の両方の構成が可能であり、上述した有機EL素子1, 1' と同様の効果を得ることができる。

【実施例1】

【0055】

実施例1では、図2を用いて説明したボトムエミッション型の有機EL素子1' を次のように作製した。

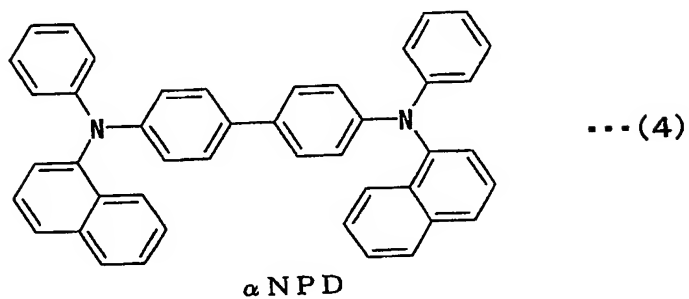
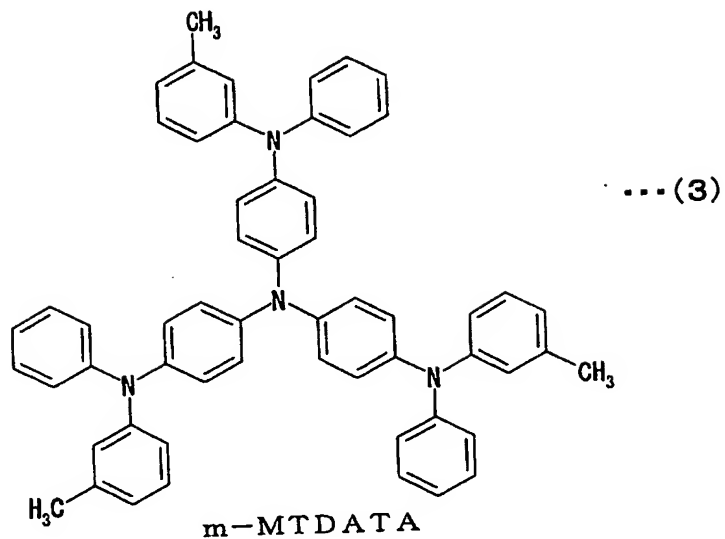
【0056】

まず、30mm×30mmのガラス板からなる基板2上に、陽極3としてITO（膜厚約100nm）を形成し、さらに感光性有機絶縁材料により陽極3の中央部の2mm×2mmの発光領域以外を絶縁膜（図示省略）でマスクした有機EL素子用のセルを作製した。次に、開口を有する金属マスクを、各発光領域となる陽極3（ITO）の露出部に開口を合わせた状態で基板2上に近接して配置し、 $10^{-4}$ Pa以下の真空下での真空蒸着法により、以下の有機層を順次形成した。

【0057】

先ず、正孔輸送層10として下記式（3）に示すm-MTDATA（4, 4', 4''-トリス（3-メチルフェニルフェニルアミノ）トリフェニルアミン）を20nmの厚さで成膜し、次いで下記式（4）に示す $\alpha$ -NPD（ $\alpha$ -ナフチルジアミン）を20nmの厚さで成膜した。蒸着レートは0.1nm/秒とした。

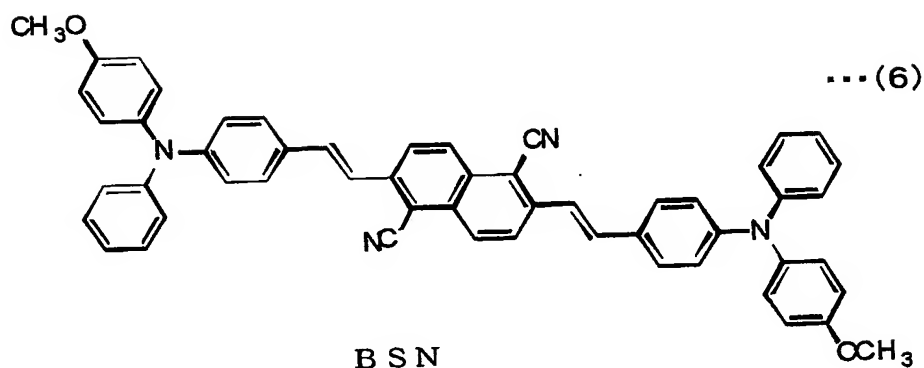
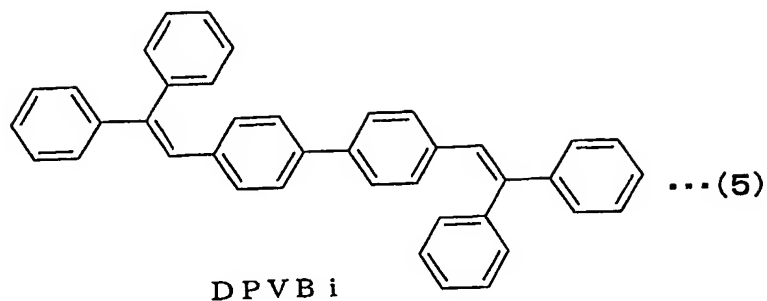
## 【化 3】



## 【0058】

次に、赤色発光層 11 として、下記式 (5) に示す DPVBi をホストとして赤色発光材料として下記式 (6) に示す BSN を 30% ドープした共蒸着膜を 5 nm の厚さで成膜した。蒸着レートは 0.2 nm/秒とした。

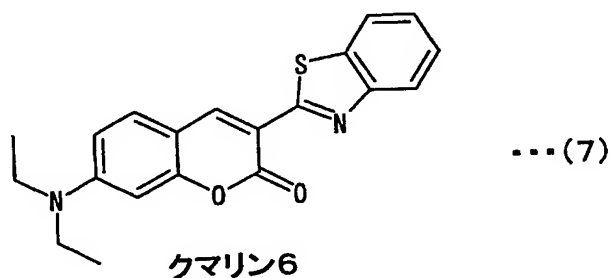
## 【化 4】



## 【0059】

その後、緑色発光層 12 として、上記した DPVBi :  $\alpha$ -NPD = 1 : 1 の比率のホストに、緑色発光材料として下記式 (7) に示すクマリン 6 を 1% ドープした共蒸着膜を 10 nm の厚さで成膜した。蒸着レートは 0.2 nm/秒とした。

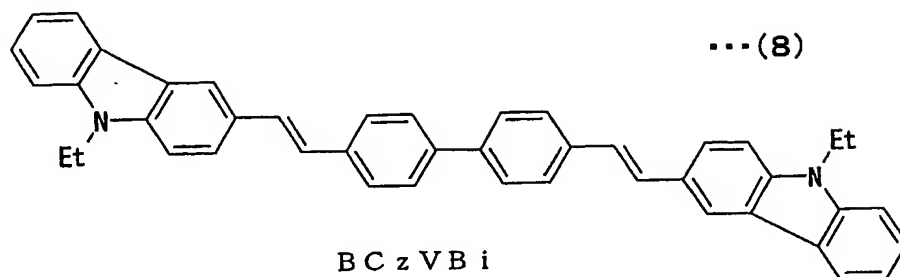
## 【化 5】



## 【0060】

さらに、青色発光層 13 として、上記した DPVBi をホストとして青色の発光材料として、下記式 (8) に示す BCzVBi を 3% ドープした共蒸着層を 30 nm の厚さで成膜した。蒸着レートは 0.2 nm/秒とした。

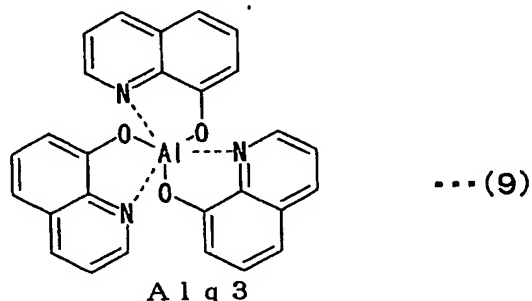
## 【化6】



## 【0061】

次いで、電子輸送層14として、下記式(9)に示すAlq3を20nmの厚さで成膜した。蒸着レートは0.2nm/秒とした。

## 【化7】



## 【0062】

次に、陰極5として、MgとAgの共蒸着比10:1の薄膜を50nmの膜厚で成膜し、さらにAgを150nmの厚さに形成した。蒸着レートは0.5nm/秒とした。

## 【0063】

以上により作製した実施例1の有機EL素子の発光スペクトルを図3に示す。この図に示すように、実施例1の有機EL素子からは、青、緑、赤それぞれの発光成分が得られることが確認された。また、電流密度25mA/cm<sup>2</sup>で、輝度1311cd/m<sup>2</sup>、CIE色度(0.392, 0.390)の発光が、発光面においてムラ無く均一に得られた。

## 【実施例2】

## 【0064】

実施例2では、白色発光のバランスをとるため、実施例1の青色発光層13を以下に示す両電荷輸送性青色発光層と電子輸送性発光層の2層からなる構成に変えた有機EL素子1'を作製した。

## 【0065】

実施例2における有機EL素子の作製は、上述した実施例1の製造手順において、青色発光層13を下記の手順で形成したこと以外は、実施例1と同様の手順で有機EL素子1'を作製した。すなわち、先ず、上記したDPVBi:α-NPD=1:1の比率のホストに、青色発光材料として上記したBCzVBiを3%ドープした共蒸着膜を10nmの厚さで成膜した。その後、上記したDPVBiをホストとして青色の発光材料として、上記したBCzVBiを3%ドープした共蒸着層を20nmの厚さで成膜し、積層構造の青色発光層13を得た。

## 【0066】

以上により作製した実施例2の有機EL素子の発光スペクトルを図4に示す。この図に示すように、実施例2の有機EL素子からは、青、緑、赤それぞれの発光成分が得られることが確認された。また、電流密度25mA/cm<sup>2</sup>で、輝度1126cd/m<sup>2</sup>、CIE色度(0.372, 0.334)の発光が、発光面においてムラ無く均一に得られた。

## 【0067】

また、図3の発光スペクトルと図4の発光スペクトルとを比較し、青色発光層13を2層構造とした実施例2の有機EL素子の方が、青色発光層13が単層構造の有機EL素子よりも青色成分が大きく、より白色発光としてバランスの取れた発光が得られることが確認された。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0068】

【図1】実施形態の有機EL素子の構成を示す断面図である。

【図2】実施形態の有機EL素子の他の構成を示す断面図である。

【図3】実施例1で作製した有機EL素子の発光スペクトル図である。

【図4】実施例2で作製した有機EL素子の発光スペクトル図である。

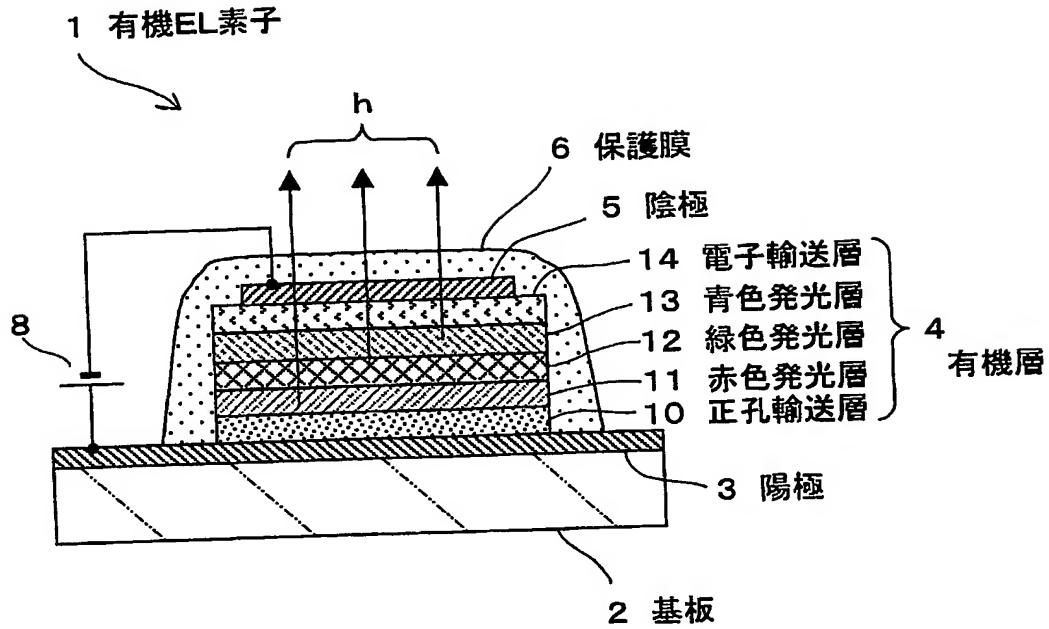
## 【符号の説明】

## 【0069】

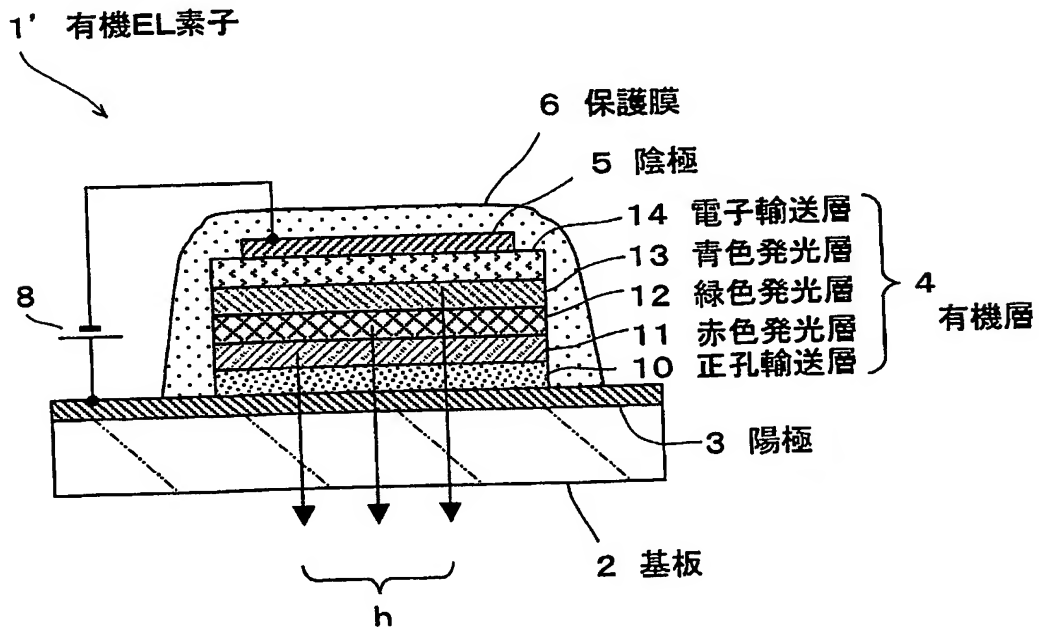
1…有機EL素子、3…陽極、4…有機層、5…陰極、11…赤色発光層、12…緑色発光層、13…青色発光層

【書類名】 図面

【図 1】

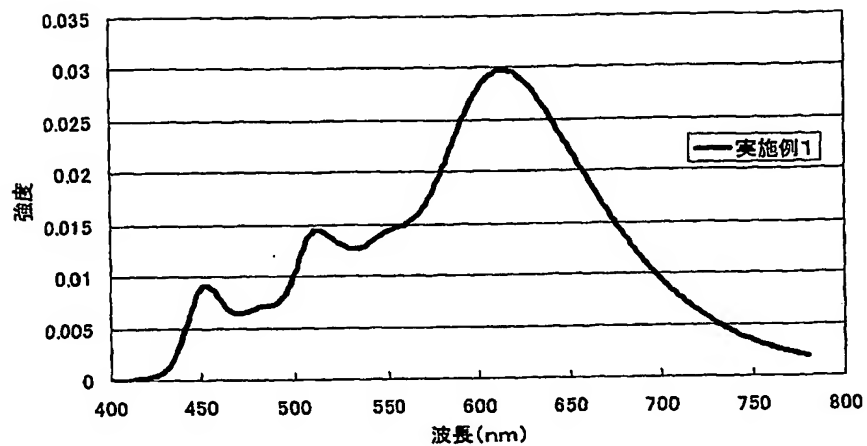


【図 2】

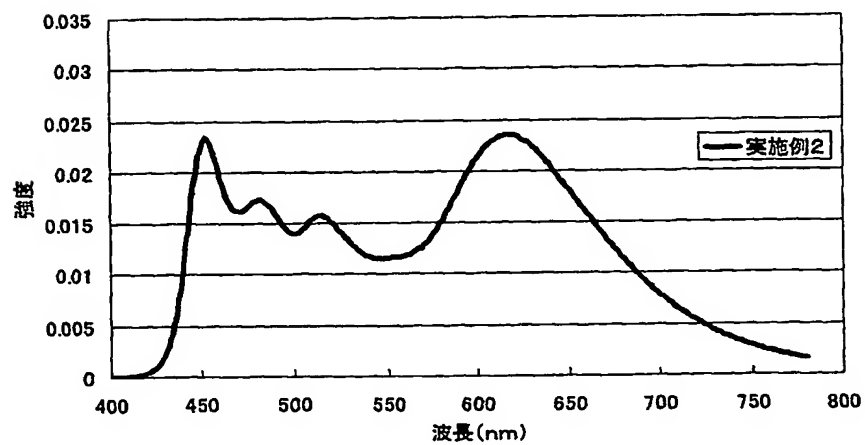




【図 3】



【図 4】



## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】フルカラーの表示装置に適したバランスの良好な赤、緑、青3色の発光成分を有し、かつ高効率で長時間の安定した発光が可能な有機EL素子を提供する。

【解決手段】陽極3と陰極5との間に発光層を有する有機層4を挟持してなる有機EL素子1において、発光層は、陽極3側から順に赤色発光層11、緑色発光層12、青色発光層13を積層してなる。赤色発光層11は、正孔輸送性発光材料を含む正孔輸送性を有している。また、緑色発光層が両電荷輸送性を有している。さらに、青色発光層は電子輸送性を有し、陽極3側から順に両電荷輸送性青色発光層と電子輸送性青色発光層と積層してなるものでも良い。

【選択図】図1

特願 2 0 0 3 - 2 9 8 2 6 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 1 8 5 ]

1. 変更新月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[ 変更新理由 ]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社